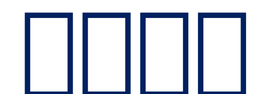
1.1



知识回顾

1、种群的概念：

种群指在一定的自然区域内，同种生物的全部个体。

2、种群是____繁殖____和____进化____的基本单位。

练一练 下列属于种群的是（　　）　D

A．一块棉田中的害虫

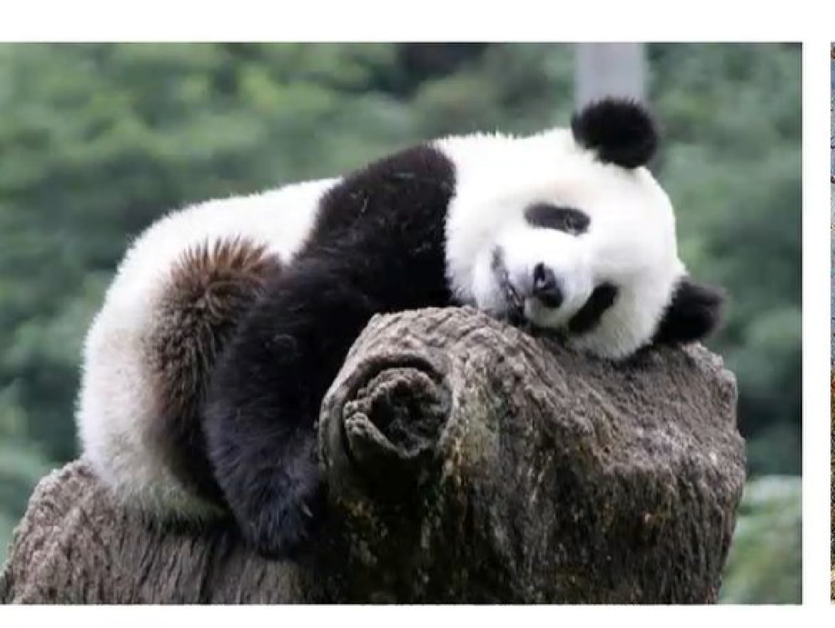
B．两个池塘中的全部鲤鱼

C．一块朽木上的全部真菌

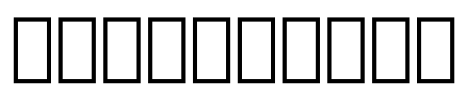
D．一片森林中的全部山毛榉

E．　一个集市上的所有鲤鱼

新教育 XINJIAOYU.COM



种群研究的中心问题是**种群的数量特征及其变化规律**



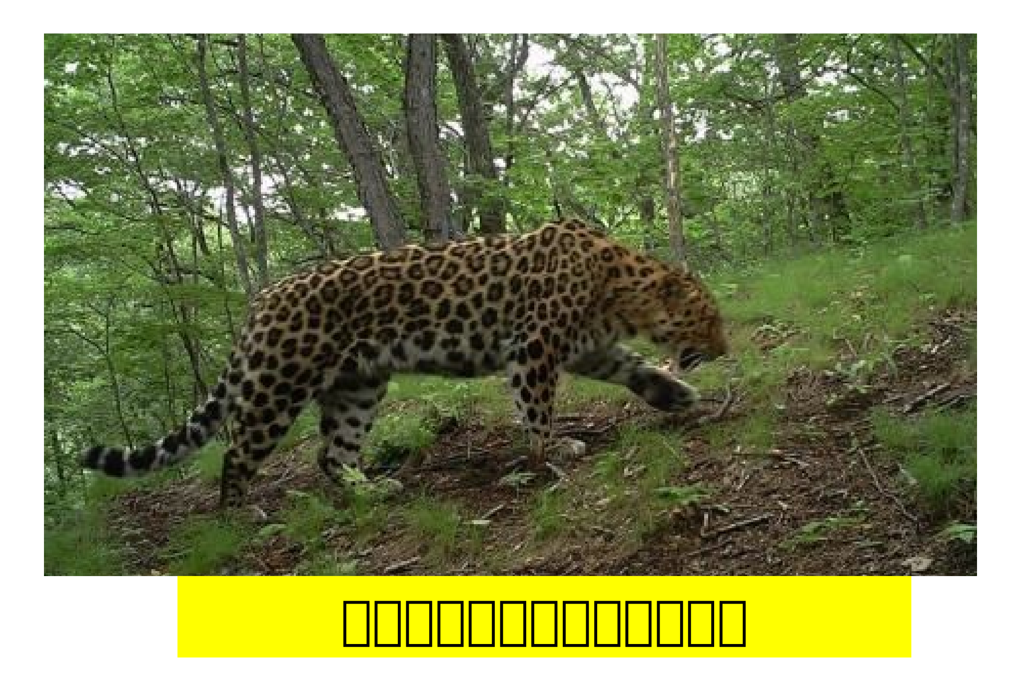
【问题探讨】

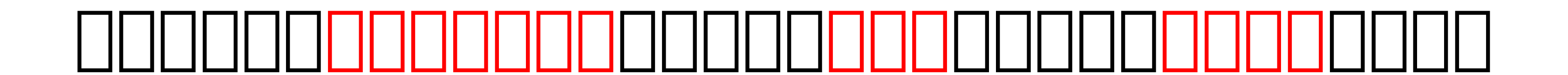
2015年，我国科学家基于长期的野外观测宣布：在我国东北长白山脉北部地区，共监测到东北豹42 只，其中，幼体2 只，雄性和雌性的成体分别为21 只和 17只，未能判断性别的成体2 只。

红外触发相机拍摄到的东北豹

• 调查东北豹种群中雌雄个体的数目对于预测该种群的发展趋势有什么意义？

东北豹种群中雌雄个体的比例影响种群的出生率，从而影响种群数量的变化。





数量现状 → 种群密度

种群数量发展趋势 → 性别比例

出生率和死亡率

迁入率和迁出率

年龄组成

种群数量特征

一、种群密度及其调查方法

1、种群密度

陆生生物

水生生物

（1）含义：种群在______单位面积______或______单位体积______中的个体数就是种群密度；

是种群最基本的______数量特征______。

（2）意义：种群密度反映了种群在一定时期的数量。

病危动物保护、农田杂草状况调查、农林害虫的监测和预报、渔业上捕捞强度的确定，都需要对种群密度进行调查研究。

新教育 XINJIAOYU.COM

一、种群密度及其调查方法

1、种群密度

陆生生物　　水生生物

（1）含义：种群在__单位面积__或__单位体积__中的个体数就是种群密度；

是种群最基本的__数量特征__。

（2）意义：种群密度反映了种群在一定时期的数量。

病危动物保护、农田杂草状况调查、农林害虫的监测和预报、渔业上捕捞强度的确定，都需要对种群密度进行调查研究。

（3）表示方法：

$$\text{种群密度}=\frac{\text{个体数}}{\text{空间大小（单位面积或单位体积）}}$$

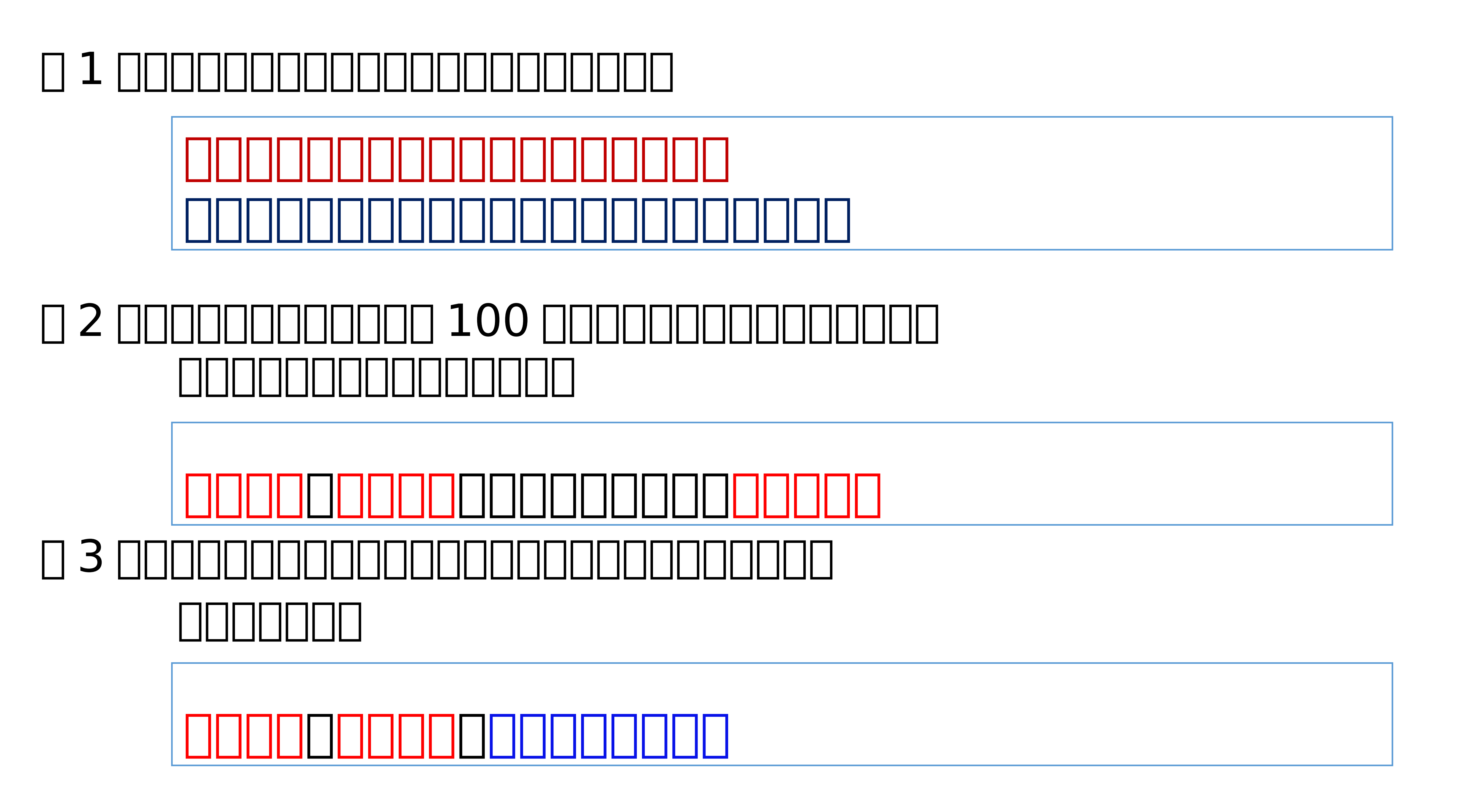
（1）种群密度大，种群数量一定就多么？为什么？

种群密度大，种群的个体数量不一定大。
种群的个体数量还和种群分布的面积或体积有关。

（2）在我国某地的野驴平均每 100平方千米还不足两头，但是在相同的面积内，灰仓鼠则有数十万只。

不同物种的种群密度在同样的环境条件下差异很大。
（3）在一片农田中的东亚飞蝗，夏天的种群密度较高，秋末天气
较冷时则降低。

同一物种的种群密度也不是固定不变的。



2、调查种群密度的方法

（1）逐个计数法 —对象→ 分布范围较小，个体较大

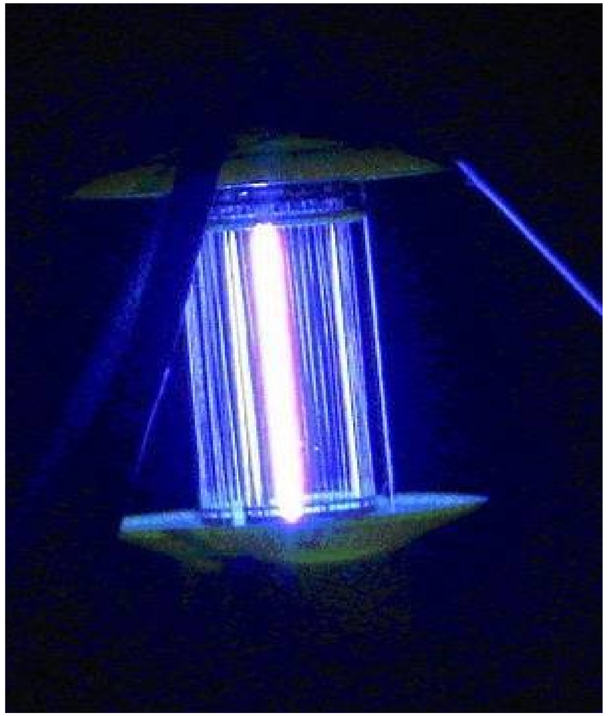
（2）估算法 —对象→ 分布范围较大，个体较小

珙桐（鸽子树）：国家一级重点保护野生植物

2 、调查种群密度的方法

（**2**）估算法 —对象→ 分布范围较大，个体较小

① 黑光灯诱捕法 ⟶ 具有趋光性的昆虫。



2 、调查种群密度的方法

（**2**）估算法 —对象→ 分布范围较大，个体较小

① 黑光灯诱捕法 → 具有趋光性的昆虫。

② 样方法 → 双子叶植物、昆虫卵、蚜虫、跳蝻等。

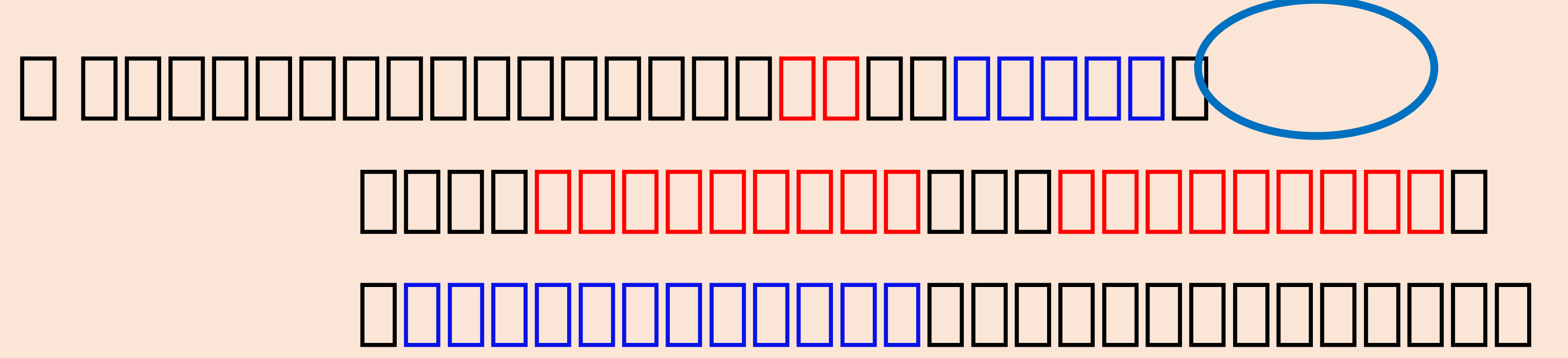
③ 标记重捕法 → 活动能力强、活动范围较大的动物。

回顾:

1 、种群密度是种群____最基本____]特征

2 、调查种群密度的方法有哪些？分别适用于哪些生物?

- 逐个计数法
- 估算法
  - 样方法
  - 标记重捕法
  - 黑光灯诱捕法



【实例】某同学对某地蒲公英数量调查结果如下（样方面积大小为**1m²**），则该地蒲公英的种群密度约为___**10**___株/**m²**。

样方编号	1	2	3	4	5
株数	3	11	8	12	16

02 样方法

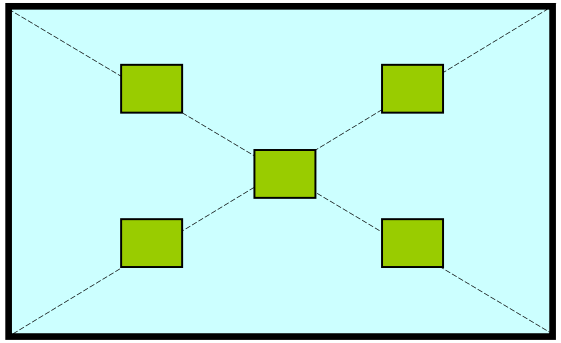
【思考】为什么强调随机取样？

为了使调查结果不受主观因素的影响，保证调查结果的准确性。

- 常见取样方法：

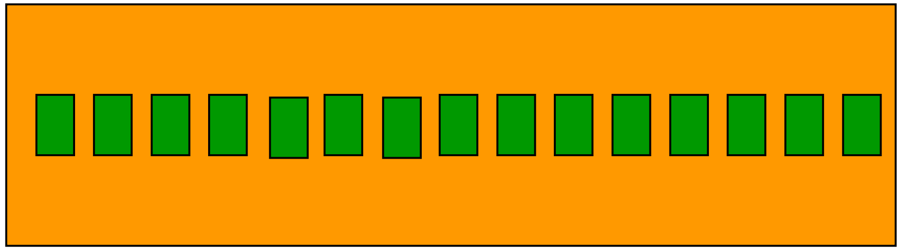
五点取样法

（正方形地块）



等距取样法

（长方形地块）



02 样方法

- 适用范围：

① 一般是 植物 ；

② 活动能力 弱 、活动范围 小 的动物。

（如蚜虫、跳蝻、蚯蚓、虫卵）。

植物

昆虫卵

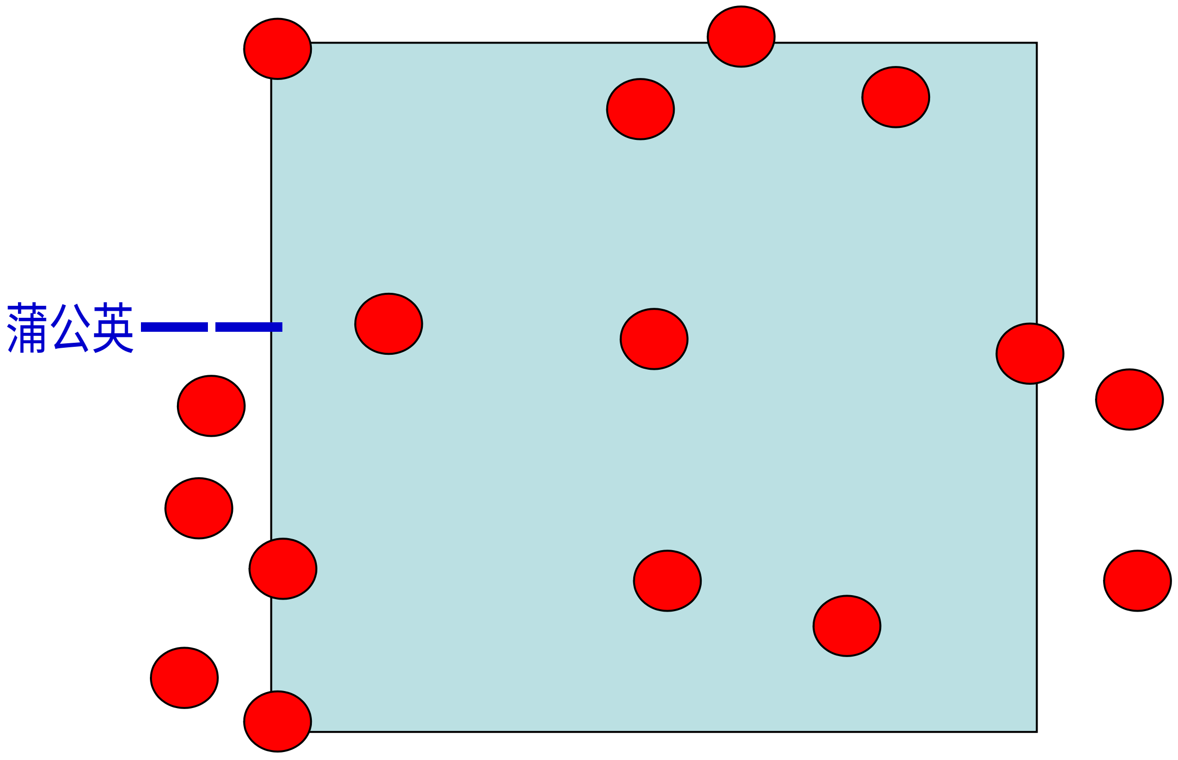
蚜虫

跳蝻

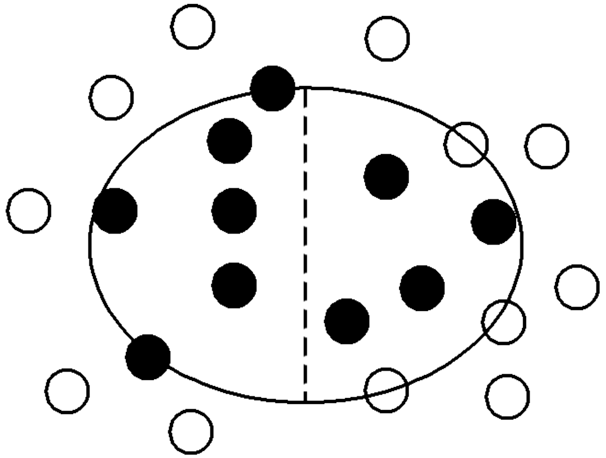
02 样方法

④ 计数原则

样方内部+相邻两边上（计上不计下，计左不计右）



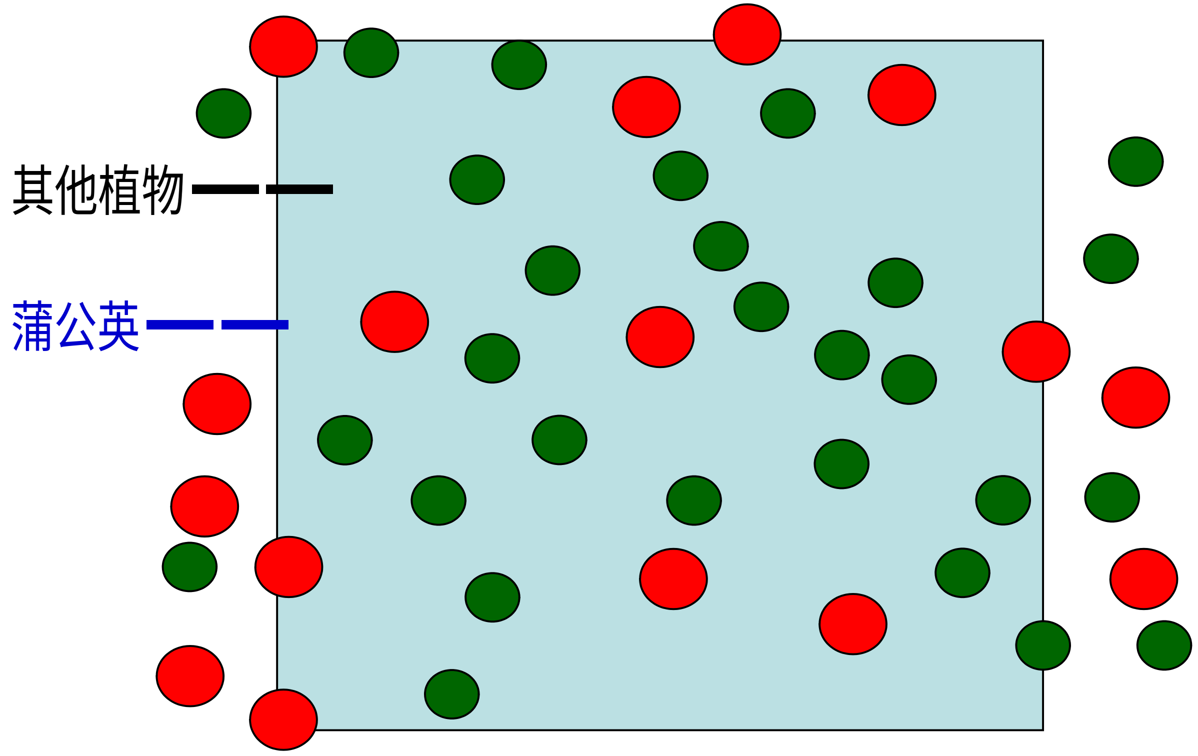
该样方中有 ___9___ 株蒲公英。



02 样方法

④ 计数原则

样方内＋相邻两边上（计上不计下 ， 计左不计右）



该样方中有 ＿＿9＿＿ 株蒲公英。

02 样方法

⑤ 取样的数量

样方的多少与被调查地段的总面积呈 ___正___ 相关；

一般来说，选取的样方越少，___误差越大___；

选取的样方越多，求得的种群密度 ___越接近实际情况___。

⑥ 样方的大小

样方大小视调查对象的大小及分布情况而定：

例如，草本植物样方大小一般以 ___**1** m^2的正方形___ 为宜；

如果该种群个体数较少，样方面积可 ___适当扩大___。

说明：样方大小

草本植物 **1m×1m**

灌木 **3m×3m**

乔木 **10m×10m**

探究 · 实践

调查草地中某种双子叶植物的种群密度

调查时一般不选单子叶草本植物。为什么？

单子叶植物常常是丛生或蔓生的，

从地上部分很难辨别是一株还是多株。

而双子叶草本植物容易辨别个体数目。

探究 · 实践

调查草地中某种双子叶植物的种群密度

网状脉

有主根

双子叶植物

平行脉

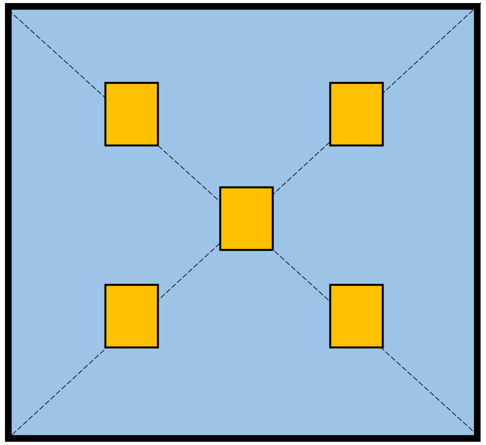
无主根

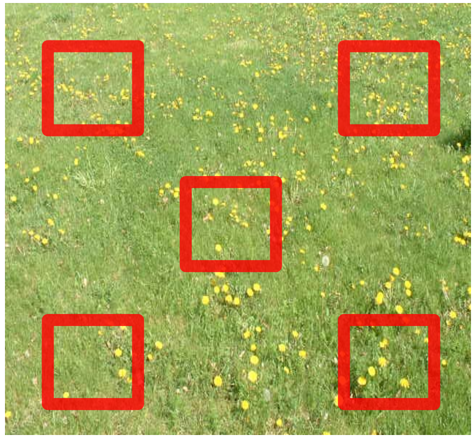
单子叶植物

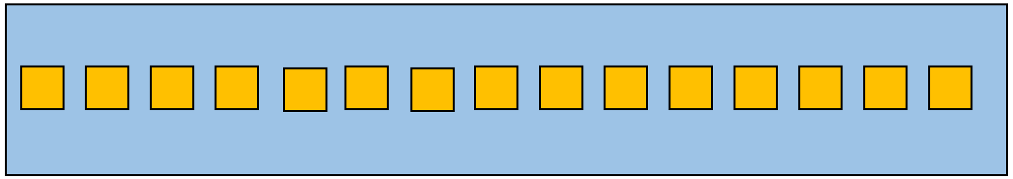
[illegible]

- 准备：观察地形，排除安全隐患。
- 确定调查对象：观察该地段双子叶植物，确定调查对象。
- 确定样方：观察调查对象的分布状况和地段的形状，讨论确定样方的多少、样方大小和取样方法。
- 计数：计数每个样方内所调查植物的数量，做好记录。
- 计算种群密度。

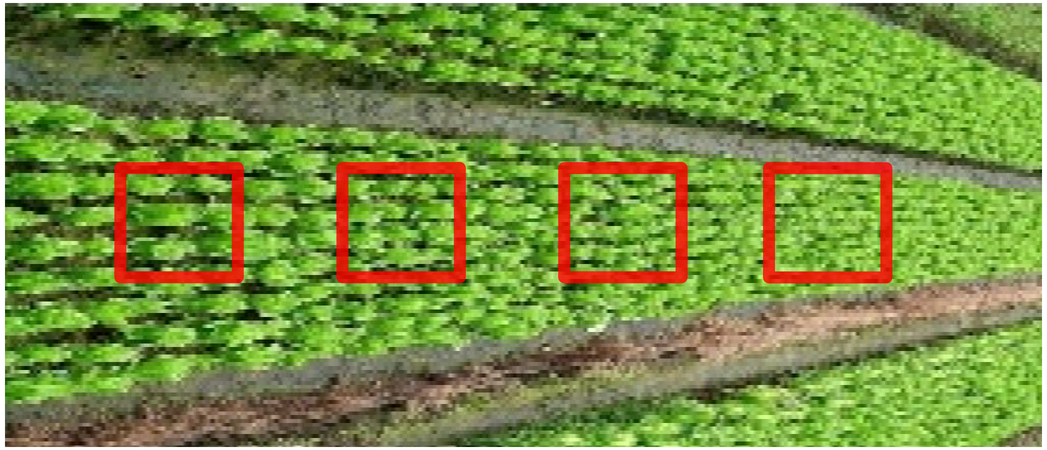
五点取样法



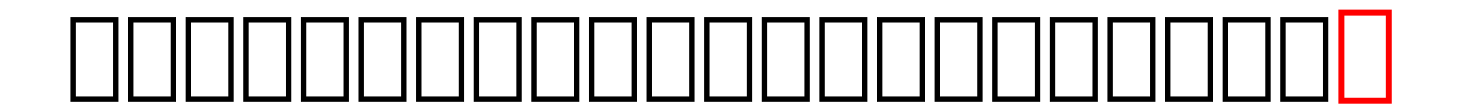




等距取样法



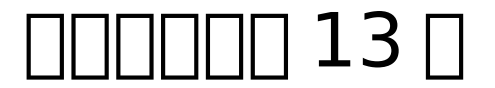
当你了解了这一切

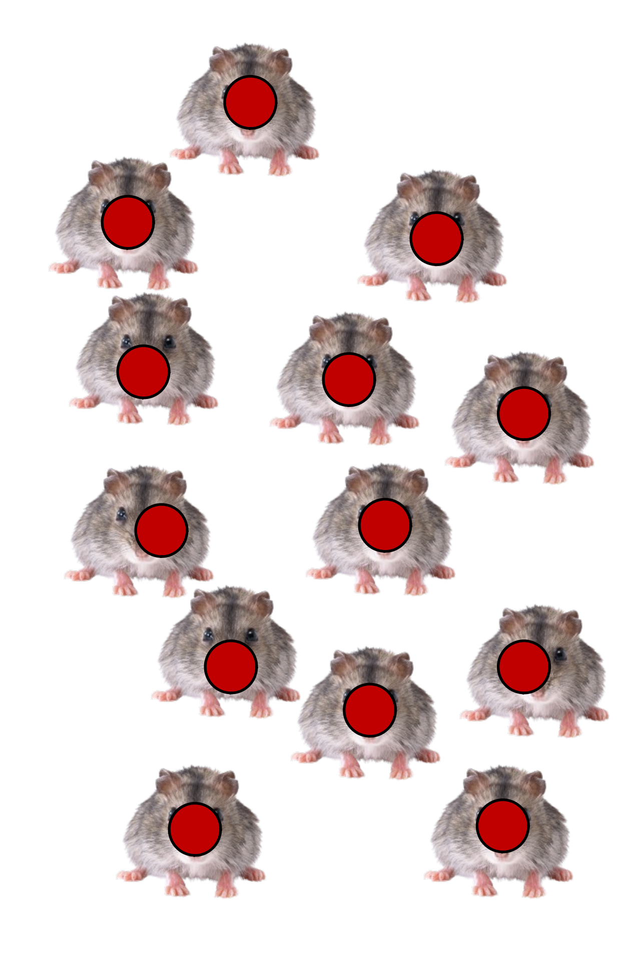


03

13

$1hm^2$





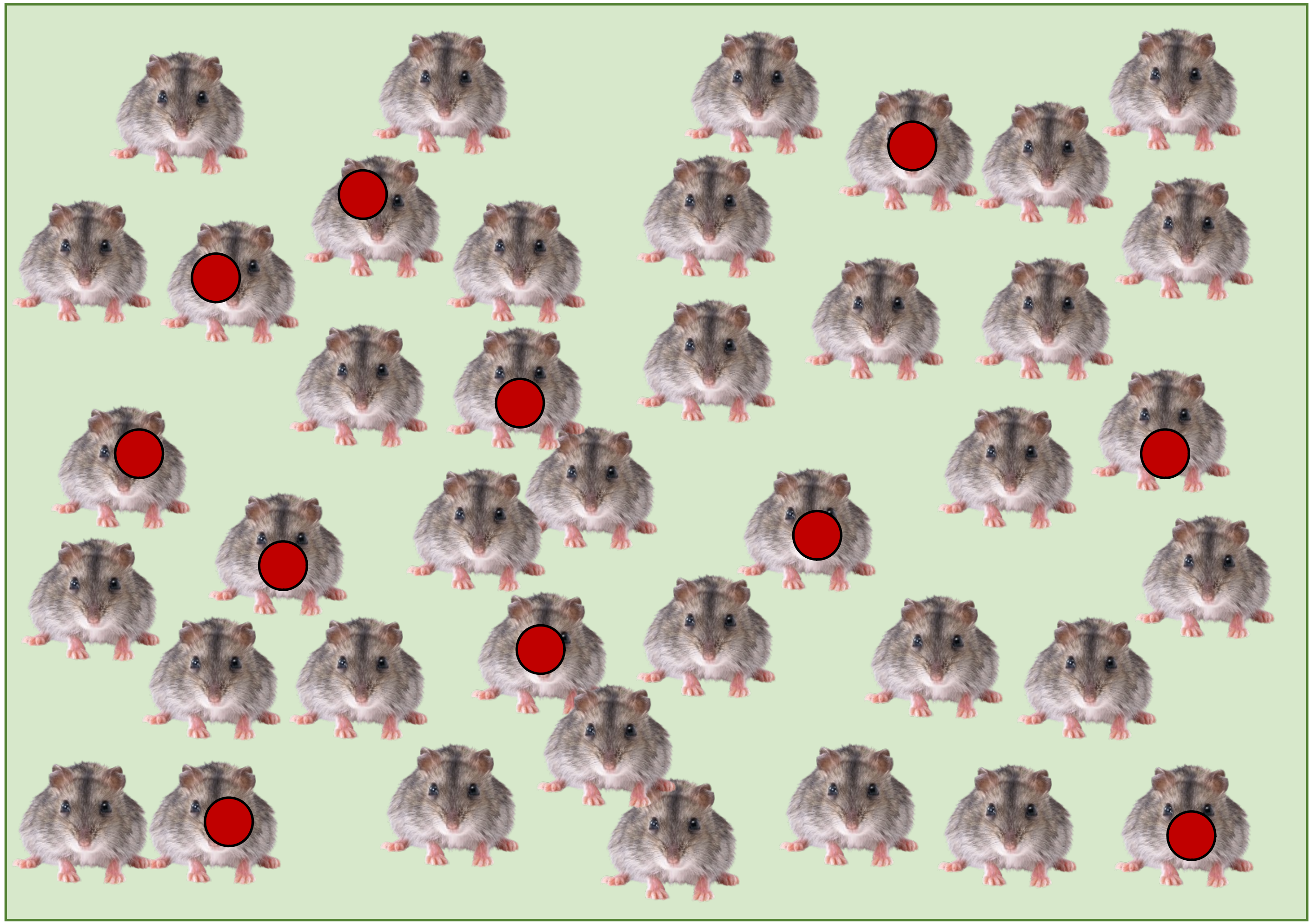
$1hm^2$

捕获 → 标记、放回 → 重捕 → 计算

第一次捕捉：13 只

第二次捕捉：14 只

有 3 只带有标记

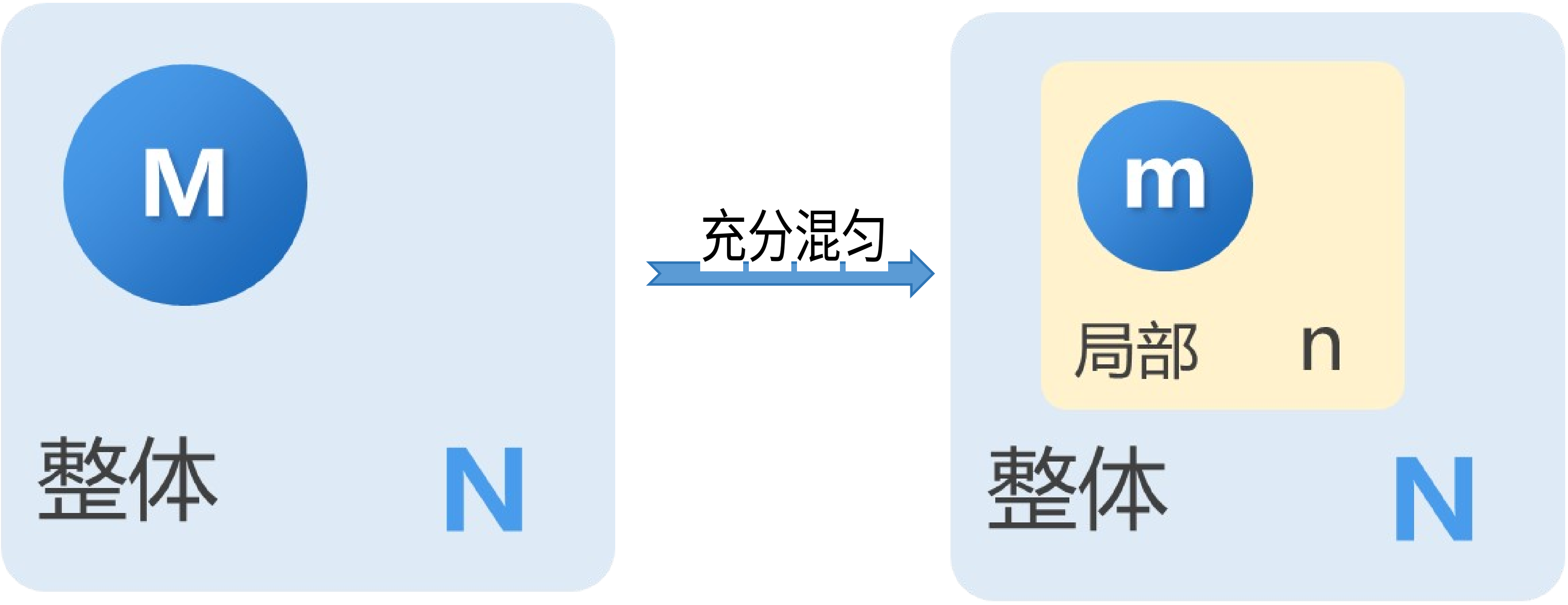


调查范围为 **1hm²**

核心问题：

3/14 有什么含义？

具体原理：



$$\text{被标记率} = \frac{\text{重捕中标记数}\ (\mathbf{m})}{\text{重捕总数}\ (\mathbf{n})\ \ (\text{局部})} = \frac{\text{首捕标记数}\ (\mathbf{M})}{\text{个体总数}\ (\mathbf{N})\ \ (\text{整体})}$$

03 标记重捕法

第一次取样并标记的数	第二次取样的总数	第二次取样带标记的数	估算数目
13	14	3	**60.6 /hm^2**

$$\frac{3}{14} = \frac{13}{\text{总数}}$$

$$\frac{\text{重捕中标记数（}\mathbf{m}\text{）}}{\text{重捕总数（}\mathbf{n}\text{）}} = \frac{\text{首捕标记数（}\mathbf{M}\text{）}}{\text{个体总数（}\mathbf{N}\text{）}}$$

种群个体总数为 $N = \dfrac{\mathbf{M \times n}}{\mathbf{m}}$

新教育 XINJIAOYU.COM

【例】在对某地区田鼠的调查中，调查范围为 1hm²，第一次捕获并标记 39 只，第二次捕获 34 只鼠，其中有标记的鼠 15 只，这样可估算该地区田鼠种群个体总数为______________；种群密度为__________________（注意单位）

88.4 只

88.4 只/hm²

$$\frac{15}{34}=\frac{39}{N}$$

思维拓展：

调查 **1** 公顷范围内某种鼠的种群密度时，第一次捕获并标记 **39** 只鼠，

第二次捕获 **34** 只鼠，其中有标记的鼠 **15** 只。标记物不影响鼠的生存和

活动并可用于探测鼠的状态，若探测到第一次标记的鼠在重捕前有 **5** 只由于竞争、天敌等自然因素死亡，但因该段时

间内有鼠出生而种群总数

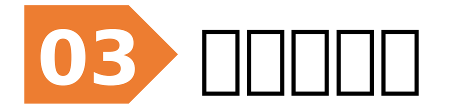
量稳定，则该区域该种鼠的实际种群密度最接近于 **(** 结果取整数 **)** （　　　　） **B**

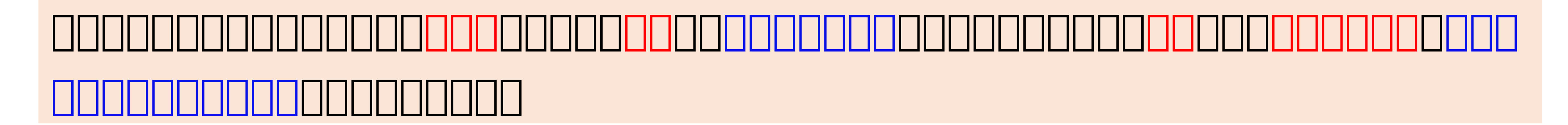
A.66 只 **/** 公顷　　**B.77** 只 **/** 公顷　　**C.83** 只 **/** 公顷　　**D.88** 只 **/** 公顷

$$\frac{15}{34} = \frac{39-5}{N}$$

03 标记重捕法

①适用范围: 活动能力 强、活动范围 的动物大。
②操作流程:
在被调查种群的活动范围内，捕获一部分个体，做上标记后再放回原来的环境，经过一段时间后进行重捕，根据重捕到的动物中标记个体数占总个体数的比例，来估算种群密度。

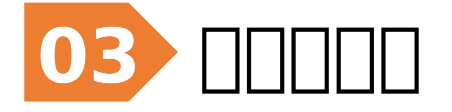


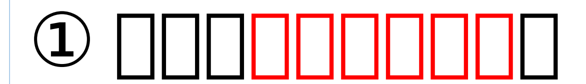


03 标记重捕法

注意事项:

①标记物不能过分醒目；
②标记物和标记方法不能影响标记对象正常的生理活动；
③标记物不易脱落；
④标记个体需与未标记个体混合均匀后再重捕，保证在重捕时被捕的概率相等；
⑤确保调查期间没有较多个体的迁入、迁出、出生、死亡；





03 □□□□□

$$\frac{□□□□□□□\ m\ □}{□□□□□\ n\ □} = \frac{□□□□□□\ M\ □}{□□□□□\ N\ □}$$

➢ 误差分析

- 标记物脱落
- 标记物使动物受惊吓，从而不易被捕到
- 标记物太醒目，导致标记个体易被天敌捕食
- 重捕时间太短，初捕个体未充分融入；
- 标记物过于明显，使其第二次捕捉时更易被捕到。
- 被标记个体部分死亡

偏大

偏小

P6
□

生物科技进展

调查种群数量的其他方法

调查动物种群密度的常用方法，如样方法、标记重捕法，往往需要直接观察或捕捉个体。在调查生活在隐蔽、复杂环境中的动物，特别是猛禽和猛兽时，这些方法就不适用了。为此，科学家开发出一些不需要直接观察或捕捉，就能调查种群密度或种群数量的新方法。

①在动物的栖息地布设若干台红外触发相机，恒温动物一靠近，就会触发相机自动拍摄照片或视频。经过一段时间，科学家利用计算机分析处理这些照片或视频，就能确定所调查动物的种群数量。运用这种方法，我国科学家于2015年查明，我国东北长白山脉北部地区至少有27只东北虎和42只东北豹。

不同动物的粪便具有不同的特征。先区分粪便来自哪种动物，再分析这种动物的粪便来自多少个个体，就可以获得种群的数量信息。例如，在四川王朗国家级自然保护区，科学家采集了大量大熊猫的粪便，通过②分析其中的微卫星DNA分子标记，查明在2003—2004年，这一地区大熊猫的种群数量为66只，其中雄性35只，雌性31只。

③动物的声音也存在个体差异，成熟个体的声音特征往往可以长期保持稳定。因此，动物的声音可以作为一种非损伤、低干扰的标记，用于对不同个体进行识别，进而进行种群数量的监测。利用这种基于声音的个体识别技术，科学家成功地对鲸、长臂猿等哺乳动物以及鸮、秧鸡等鸟类开展了野外种群数量的监测。

啼叫的长臂猿

【总结】种群密度的调查方法

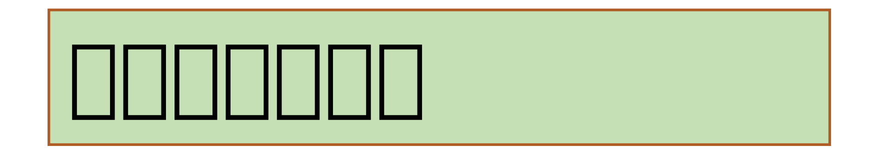
种群密度的调查方法

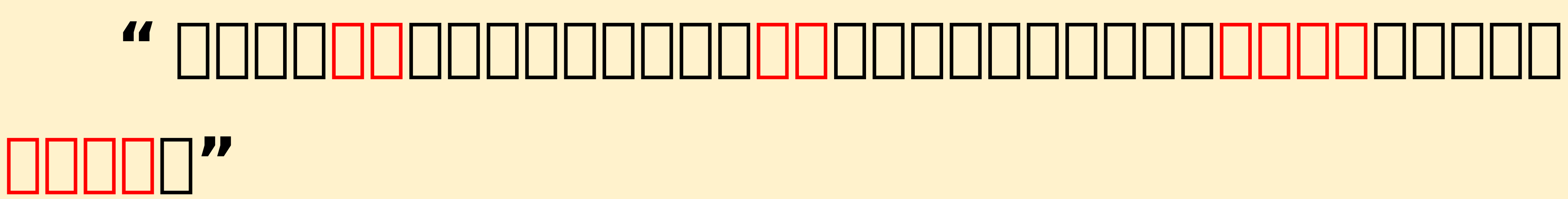
- 逐个计数法 —适用范围→ 分布范围较小、个体较大的种群 → 最准确
- 估算法
  - 黑光灯诱捕法 —适用范围→ 有趋光性的昆虫
  - 样方法 —适用范围→ 植物或昆虫卵及一些活动范围较小的动物（如蚜虫、跳蝻）
  - 标记重捕法 —适用范围→ 活动能力强、活动范围大的动物
- 其他方法 → 航拍法、红外触发相机、分析粪便、标记声音等

种群的数量特征
种群密度
出生率和死亡率
迁入率和迁出率
年龄结构和性别比例

最基本的特征

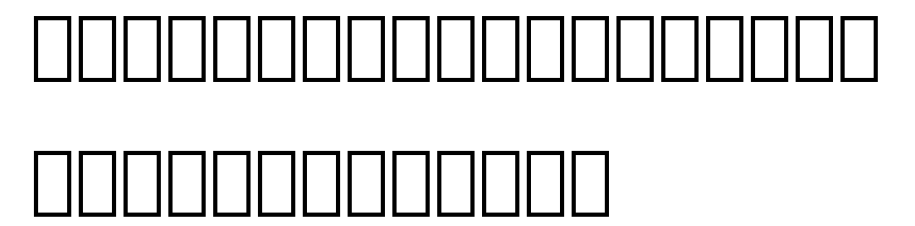
“ 种群密度反映了种群在一定时期的数量，但是仅靠这一特征还不能反映种群数量的变化趋势。”

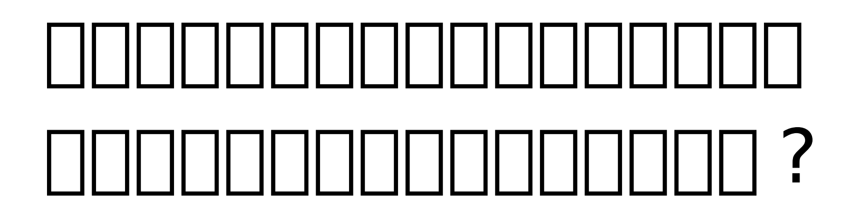




东北豹、大熊猫等动物在人为保护的措施下，种群数量仍不能迅速增长。

鼠、蝗虫等动物，尽管人们采取各种防除措施，却仍然数量繁多，屡屡为害?





繁殖能力的差别是重要原因，繁殖能力强的种群增长快。

东北豹每年最多生一胎，通常每胎产仔 **2-3** 只，偶尔有产仔 **1** 只或 **4** 只的情况，幼豹 **2~3** 岁后性成熟。

鼠一年可生 **6-8** 胎，

每胎产 **5-10** 只鼠，

幼鼠当年即可性成熟。

默写

1 、生长素的化学本质是________吲哚乙酸________色氨酸应形成的。

2 、生长素在器官水平的作用有________促进侧根、不定根的发生；影响花、叶、果实的发育________

3 、生长素的作用特点是________低浓度促进生长，高浓度抑制生长________

能体现该特点的例子是：________顶端优势、根的向地性________（写两个）。

4 、赤霉素的作用包括：________促进细胞伸长；促进细胞分裂分化；促进种子萌发________）。

5 、能解除顶端优势、促进叶绿素合成的激素是________细胞分裂素________

6 、脱落酸的作用包括：________抑制细胞分裂；促进气孔关闭；促进叶和果实的衰老和脱落；维持种子休眠________

7 、写出两个生长素类调节剂的名称：________**2，4-D**；**NAA**（**α-** 萘乙酸）；吲哚丙酸；**IBA**（吲哚丁酸）________

8 、在正式实验之前开展的实验叫________预实验________

9 、解释根向地生长的原因：________

① 重力下 **IAA** 横向运输，近地侧 **IAA** 浓度高；

② 根对 **IAA** 敏感程度高，近地侧的高浓度 **IAA** 抑制生长

新教育
XINJIAOYU.COM

回顾：

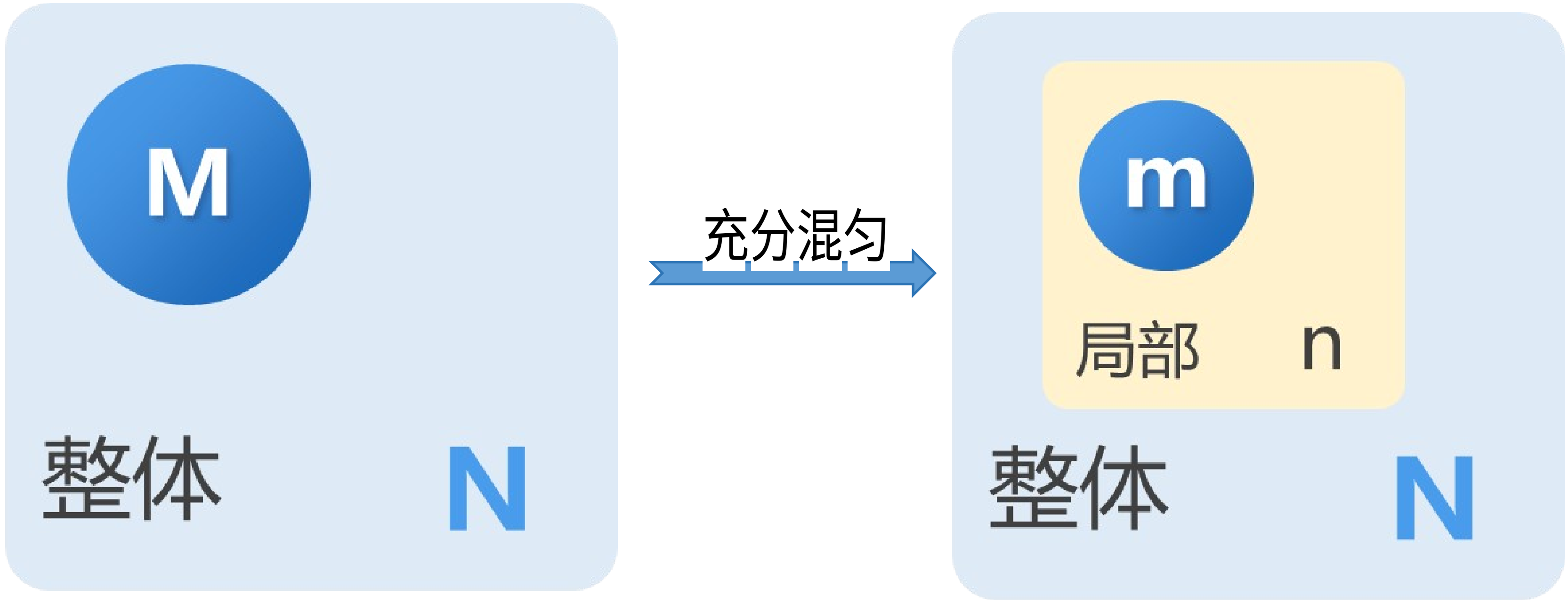
1、调查种群密度最精确的方法是？

2、样方法的适用对象是？标记重捕法的适用对象是？

3、标记重捕法中的标记物有哪些要求？

4、标记重捕法中如何计算种群中个体数量？（公式）

具体原理：



$$\text{被标记率} = \frac{\text{重捕中标记数}\ (\mathbf{m})}{\text{重捕总数}\ (\mathbf{n})\quad\text{（局部）}} = \frac{\text{首捕标记数}\ (\mathbf{M})}{\text{个体总数}\ (\mathbf{N})\quad\text{（整体）}}$$

新教育 XINJIAOYU.COM

误差分析：

$$\frac{\text{重捕中标记数（m）}}{\text{重捕总数（n）}} = \frac{\text{首捕标记数（M）}}{\text{个体总数（N）}}$$

1. 被标记的动物受到惊吓，从而不易被二次捕捉，则估算值偏 ______ 大

2. 标记物太醒目，导致标记个体易被天敌捕食，则估算值偏 ______ 大

3. 若被标记个体的标志脱落，则估算值偏 ______ 大

4. 重捕时间太短，初捕标记个体未充分融入，则估算值偏 ______ 小

5. 被标记个体部分死亡，则估算值偏 ______ 大

6. 若个体间相互接触，未被标记个体也沾上了标记颜料，则估算值偏 ______ 小

新教育
XINJIAOYU.COM

二、出生率和死亡率

1、概念：　在__单位时间__内，__新产生__（或__死亡__）的个体数目

占__该种群个体总数__的__比值__即为__出生率__（或__死亡率__）。

2、例：截至 2015 年年末，我国大陆总人口约为 13.7 亿，2015 年出生 1655 万人，这一年的出生率约为________。

12‰

$$\frac{1655\,\square}{13.7\,\square}$$

例：2015 年年末，我国大陆总人口约为 13.7 亿，2015 年死亡人口数为 975 万人，这一年的死亡率约为________。

7‰

$$\frac{975\,\square}{13.7\,\square}$$

新教育
XINJIAOYU.COM

二、出生率和死亡率

3 、意义：出生率和死亡率是种群密度改变的直接决定因素。

出生率＞死亡率，种群密度____________；增大

出生率≈死亡率，种群密度____________相对稳定；

出生率＜死亡率，种群密度____________。减小

人口自然增长率＝出生率－死亡率

三、迁入率和迁出率

1. 概念：在单位时间内迁入（或迁出）的个体数目占该种群个体总数的比值。

2. 举例：春运前后北上广深各大城市的人口变化。

随着环境的大大改善，东北豹逐渐回归、迁入我国东北地区。

其实许多生物的种群，都存在个体迁入和迁出的现象。

三、迁入率和迁出率

3 、意义：出生率和死亡率是种群密度改变的直接决定因素。

迁入率>迁出率，种群密度______________； 增大

迁入率≈迁出率，种群密度________________相对稳定；

迁入率<迁出率，种群密度______________。 减小

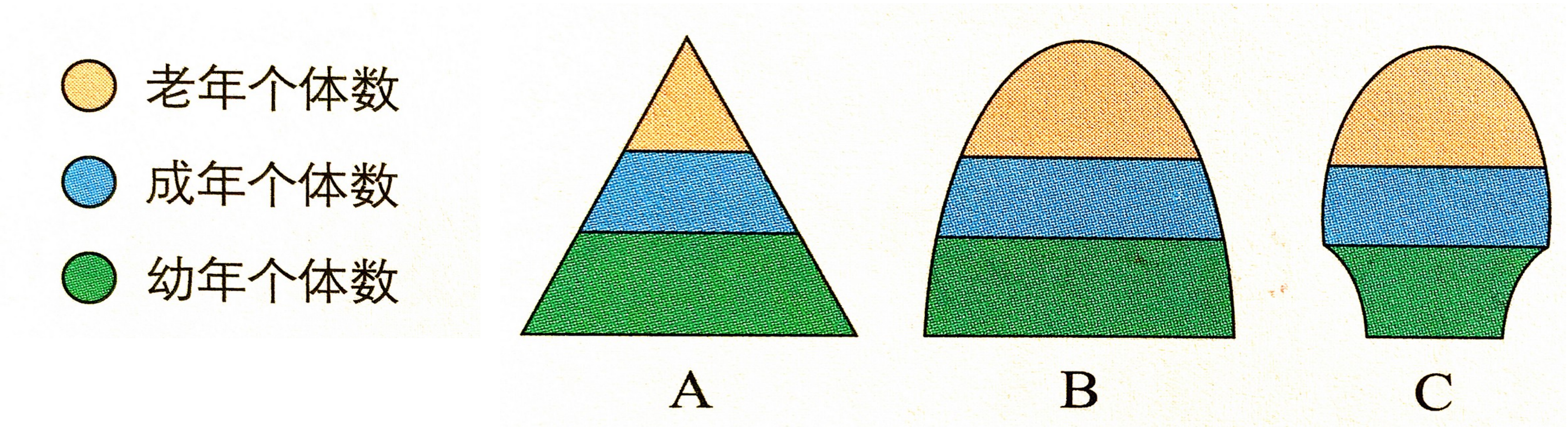
四、年龄结构和性别比例

1. 年龄结构

（1）概念：指一个种群中各年龄期的个体数目的比例。

（2）类型：

增长型 稳定型 衰退型



（3）意义：可预测种群密度和数量的变化趋势。

（4）意义： 年龄结构通过影响 ___出生率和死亡率___ 来影响种群密度

个体数

O A 年龄

个体数

O B 年龄

个体数

O C 年龄

比例

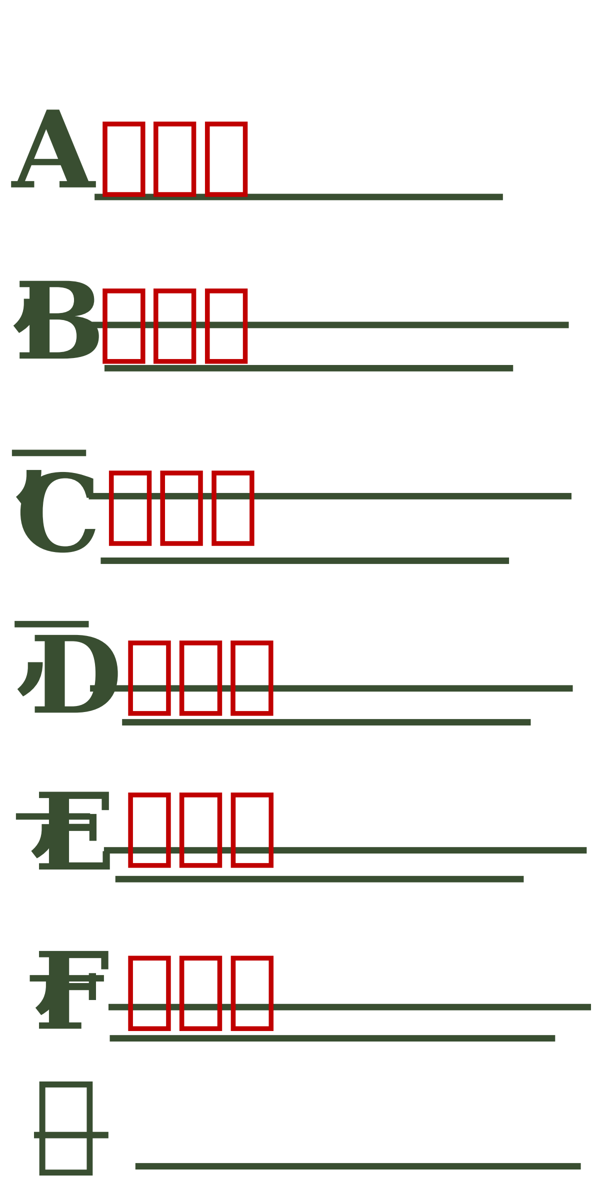
O D 年龄

比例

O E 年龄

比例

O F 年龄



思考 ▪ 讨论　　分析种群的年龄结构

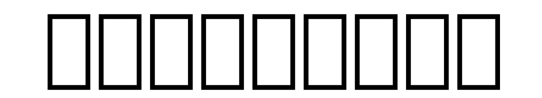
2 、年龄结构为稳定型的种群，种群数量在近期一定能保持稳定吗?

年龄结构为衰退型的种群呢 **?**

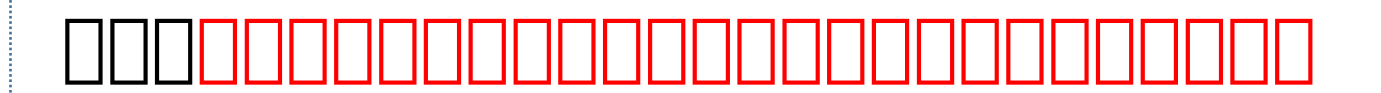
不一定。

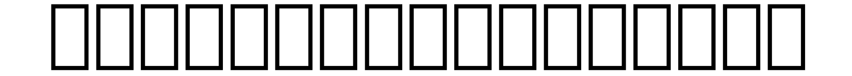
这是因为出生率和死亡率不完全决定于年龄结构，还会受到食物、天敌、气候等多种因素的影响。此外，种群数量还受迁入率和迁出率的影响。

年龄结构为衰退型的种群，种群数量一般来说会越来越少，但是也不排除由于食物充足、缺乏天敌、迁入率提高等而使种群数量增长的情况。



年龄	1990	2013	2018
0~14 岁	27.69%	16.41%	16.9%
15~64 岁	66.74%	73.92%	71.2%
65 岁及以上	5.57%	9.67%	11.9%





四、年龄结构和性别比例

2. 性别比例

（1）概念：又称性比，种群中雌雄个体数目的比例。

（2）类型：

雌雄相当型

多见于高等动物

雌多雄少型

多见于人工控制的种群

雌少雄多型

一个蜂后，很多雄蜂

（工蜂没有繁殖能力，不计算在内）

（3）意义：性别比例通过影响 ____出生率____ 来影响种群密度

2. 性别比例

（4）与实践的联系

利用人工合成的 **性引诱剂**（信息素）诱杀某种害虫的 **雄性** 个体，改变了害虫种群正常的性别比例，就会使很多雌性个体 **不能完成交配**，从而使该种害虫的种群密度明显降低。

新教育 XINJIAOYU.COM

1982 年我国出生人口性别比例为 **108.5**
（ 以 **100** 名女婴所对应的男婴数为结果 ）

2010 年我国出生人口性别比例为 **121.2**

2021 年我国出生人口性别比例为 **111.3**

严重偏离世界人口性别比例的正常值
（ **102~107** ）

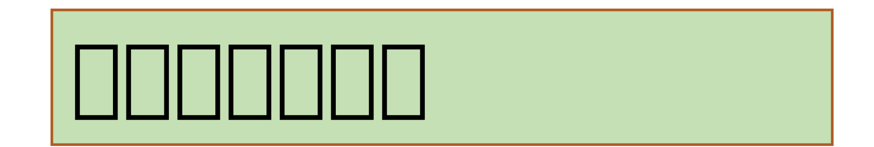
预防措施

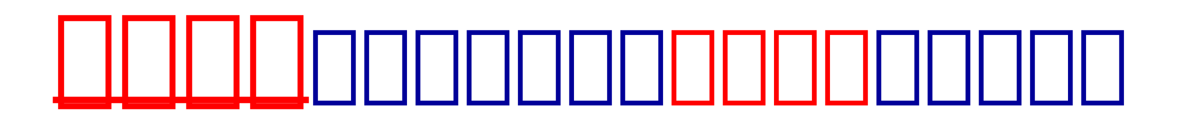
- 禁止非医学需要的胎儿性别鉴定
- 禁止非医学需要的性别选择性的人工流产
- 启动关爱女孩行动

种群的数量特征
种群密度
出生率和死亡率
迁入率和迁出率
年龄结构和性别比例

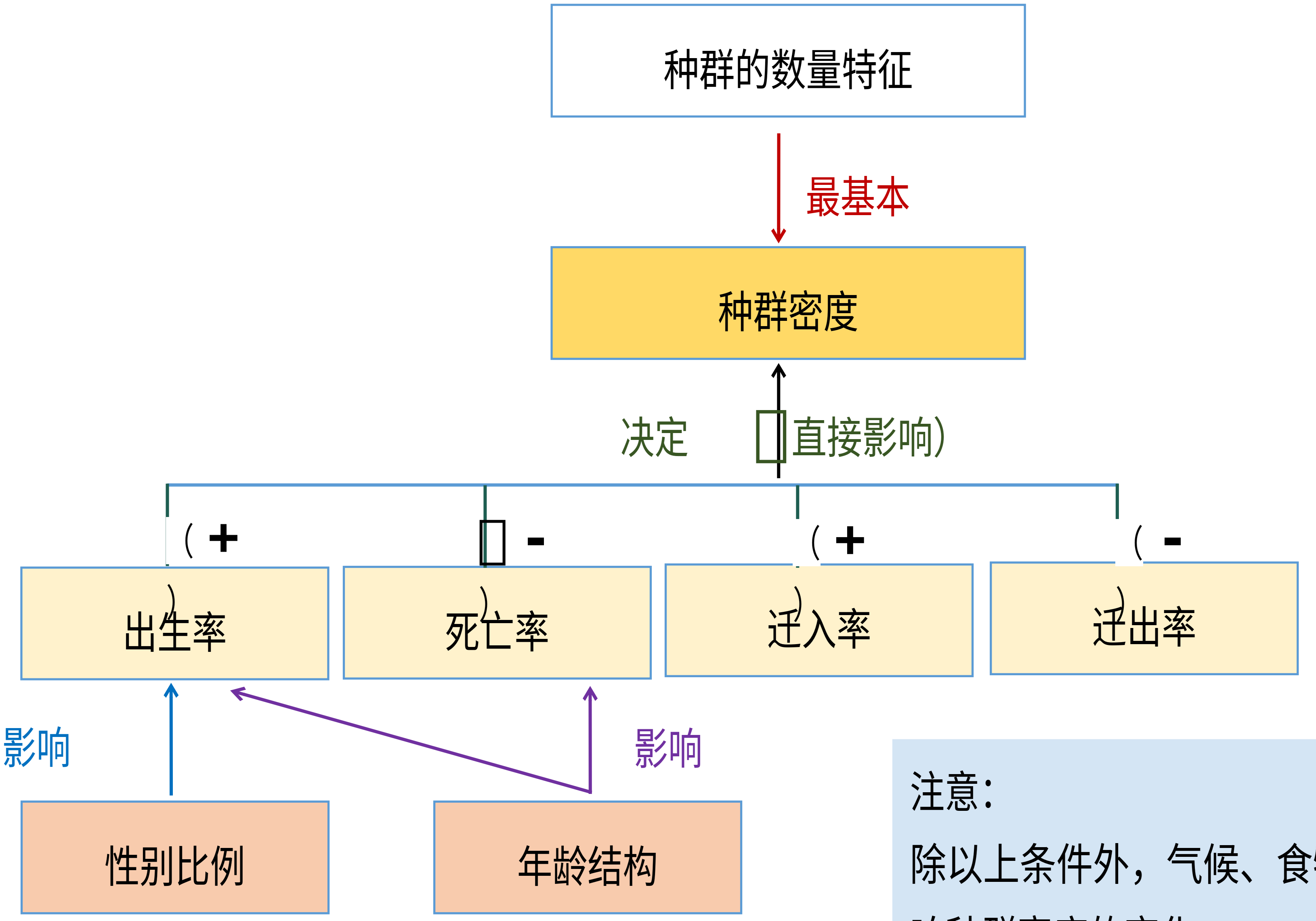
种群特征是种群有的，但个体没有这些特征。

最基本的特征
直接影响因素
直接影响因素
影响因素





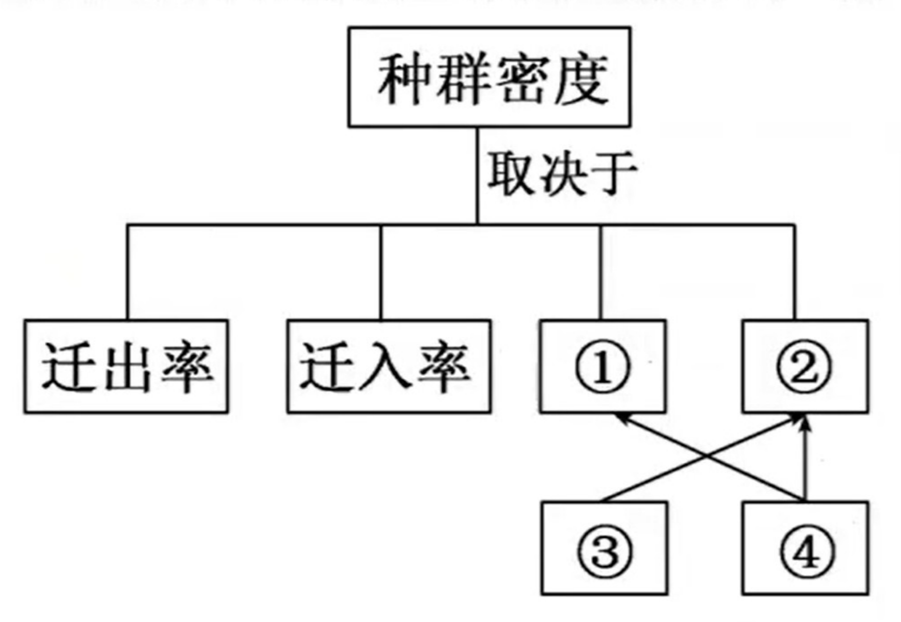
小结



注意：

除以上条件外，气候、食物、天敌、传染病等都影响种群密度的变化。

1.下列对种群数量特征概念图所作的分析，错误的是(　B　)



A.利用性引诱剂诱杀害虫会影响③

B.增长型种群的数量增长是由于①＞②

C.预测种群数量变化的主要依据是④

D.我国计划生育政策的目的是通过降低②来控制人口过度增长

P6 课后习题:

1.种群密度是种群最基本的数量特征。判断下列与种群密度有关的表述是否正确。

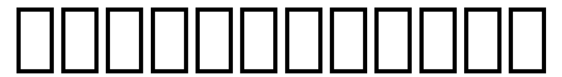
（1）一块草地上所有蒲公英的数量就是这个蒲公英种群的种群密度。 （ ）×

（2）调查青蛙等活动范围不大的动物的种群密度可以用样方法。 （ ）√

（3）种群密度与出生率成正比。 （ ）×

思考：若在用样方法进行调查蒲公英种群密度时，共选取 **10** 个样方，其中 **9** 个样方数据比较接近，第 **10** 个样方数据差距较大，那在计算样方的种群密度平均值时，是否需要舍弃第 **10** 个样方?

新教育 XINJIAOYU.COM



增长型 稳定型 衰退型

年龄结构

影响 影响

影响 预测

出生率 + 决定

迁入率 +

种群数量
（种群密度）

死亡率 − 决定

迁出率 −

影响

性别比例

注：“+” “−” 分别表示增加、减少；
“——→” “- - - →”分别表示直接因素、间接因素。